전자메일 서버의 웹 기반 성능 모니터링 시스템 구현

이승섭¹ · 황민태^{2*}

Implementation of Web-based Performance Monitoring System for E-Mail Server

Seung-Sup Lee¹ · Min-Tae Hwang^{2*}

¹ Solution Development Team, ForceTec Co., Ltd, Changwon 641-060, Korea

² Dept. of Information & Communication Engineering, Changwon Nat'l Univ., Changwon 641-773, Korea

요 약

본 논문에서는 대용량 전자메일 서버의 성능 데이터를 수집해 그 분석 결과를 웹 기반으로 관리자에게 제공하는 모니터링 시스템을 구현하였다. 이를 위해 전자메일 서버의 성능 데이터 수집 항목을 도출하고, 각 항목별 측정 임계치를 설정하여 전자메일 서버의 성능을 객관적인 수치로 표현될 수 있도록 하였다. 전자메일 서버의 성능 데이터 수집은 SCOM 2007 서버 모니터링 도구를 이용하였으며, 성능 분석 파라미터 설정은 마이크로소프트사에서 제공하는 Exchange 서버 관리 팩과 SCOM 2007에서 제공하는 모니터링 규칙을 이용하였다. ASP.NET 프레임워크 기반의 C# 프로그래밍을 통해 웹 기반의 성능 모니터링 프로그램을 개발했으며, 성능 분석 결과는 관리자에게 웹 기반의 성능 보고서, 장애 보고서 및 가용성 보고서 형태로 제공된다. 장애 요소를 사전에 효율적으로 감지할 수 있어 본 시스템 적용 전후 비교시 60% 이상 장애 건수를 줄일 수 있었으며, 장애 발생시에도 복구에 소요되는 시간을 획기적으로 단축할 수 있었다.

ABSTRACT

In this paper we implemented a web-based performance monitoring system for web mail server. For this system we derived performance monitoring items and fixed its threshold values for each measuring items. We used the SCOM 2007 server monitoring tool for collecting the performance data of web mail server and Exchange server management pack and server monitoring rules of SCOM 2007 to set the performance analysis parameters. We implemented this performance monitoring system using C# programming based on the ASP.NET framework. This system supports web-based performance report, failure report and resource availability report from the performance analysis results. Therefore the manager can easily detect the failures of web mail server in advance and decrease the number of failure over 60%. Also this system helps manager to minimize the recovery time when the failure occurs.

키워드 : 전자메일, 메일 서버, 웹 기반 성능 모니터링, SCOM 2007, 장애 복구

Key word : E-Mail, Mail Server, Web-based Performance Monitoring, SCOM 2007, Failure Recovery

접수일자 : 2013. 05. 07 심사완료일자 : 2013. 07. 17 게재확정일자 : 2013. 07. 26

* **Corresponding Author** Min-Tae Hwang(E-mail:professorhwang@gmail.com, Tel:+82-55-213-3832)

Department of Information & Communication Engineering, Changwon National University, Changwon 641-773, Korea

Open Access <http://dx.doi.org/10.6109/jkiice.2013.17.9.2105>

print ISSN: 2234-4772 online ISSN: 2288-4165

©This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.
Copyright © The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

I. 서 론

인터넷의 발달과 더불어 네트워크 환경이 발달하면서 전자메일은 아주 간단하고 저렴한 비용으로 세계 어느 곳에서나 신뢰성 있는 메시지를 송/수신할 수 있는 최선의 방법으로 주목받고 있다.

단순한 텍스트 메시지만을 전송하던 전자메일이 이미지, 음성, 동영상 등을 포함하는 메시지를 송/수신하면서부터 점차 전자메일 서버는 대형화 추세로 발전하고 있다. 이로 인해 전자메일 성능의 가장 중요한 구성요소인 서버의 성능 향상과 더불어 서버의 자원을 효율적으로 모니터링하고 관리하는 성능 관리의 필요성이 증가하고 있다[1].

전자메일 서버의 성능관리 목적은 시스템 자원의 효율적인 사용을 통하여 시스템 성능 관련 장애를 사전에 예방함으로써 사용자의 시스템 활용도 및 만족도를 향상시키고 회사 전체 업무의 효율을 높이는 데 있다.

전자메일 서버의 성능관리 업무는 시스템 자원의 사용량 및 응답속도에 대한 임계치를 설정해 놓고서 자원의 사용과 관련된 정보들을 주기적으로 수집하여 전자메일 서버의 자원 부족 또는 비효율적인 사용으로 야기되는 문제들을 발견해 즉각적으로 대응하는 것이다. 또한 자원 사용의 효율성을 높이기 위하여 균형적인 자원의 재배치와 시스템 환경 및 처리량 변화에 의해 사전 발생 가능한 성능 문제점을 예측하여 장애 상황이 발생하기 이전에 예방함으로써 사용자의 시스템 활용도 및 만족도를 향상시키며 관리자에게는 최적의 용량을 적시에 확보하기 위한 용량 계획의 시점을 제공하는 것이다[3].

전자메일 서버의 성능 모니터링의 중요성이 날로 높아지고 있지만 전자 메일 시스템에 특성화되어 있거나 전용의 솔루션은 아직 없는 상태이다. 지금까지 개발된 서버 시스템의 성능 모니터링 솔루션들은 대부분 원격지 서버, 네트워크 장비, 애플리케이션 등의 성능을 모니터링하는 용도로만 개발되어 있다[2].

본 논문에서는 대규모 전자메일 서버의 성능 모니터링을 위해 기존의 서버 시스템 성능 모니터링 솔루션을 활용하되, 전자메일 서버에 특화된 성능 수집 항목 도출과 임계치의 설정, 전자메일 서버 관리 팩과 서버 모니터링 규칙의 추가, 그리고 ASP.NET 프레임워크 기반의 C# 프로그래밍을 통해 데이터베이스 테이블에 담긴 성능수집 데이터들을 웹 기반으로 관리자에게 제공

하는 시스템을 구현하였다.

개발한 전자 메일 서버의 웹 기반 성능 모니터링 시스템은 관리자가 언제든지 웹 접근이 가능한 곳이라면 대상 서버의 성능을 모니터링할 수 있으며, 단일 서버뿐만 아니라 다수의 서버에 대해서도 모니터링이 가능하다는 장점이 있다.

본 논문의 구성을 살펴보면 다음과 같다.

2장에서는 서버 시스템에 대한 성능 모니터링 도구의 개발 동향을 살펴보고, 3장에서는 전자 메일 서버의 웹 기반 성능 모니터링 시스템의 개요를 설명하고, 4장에서는 이를 위해 고려한 성능 분석 파라미터 설정에 대해 설명한다. 그리고 5장에서는 개발한 전자 메일 서버의 웹 기반 모니터링 시스템의 구현 결과를 소개하고, 끝으로 6장에서 결론을 기술한다.

II. 서버 시스템의 성능 모니터링 연구 동향

지금까지 개발된 서버 시스템의 성능 모니터링 솔루션에는 표 1과 같은 제품들이 있다.

표 1. 서버 성능 모니터링 솔루션

Table. 1 Server Performance Monitoring Solutions

	OPENVIEW	TIVOLI	UNICENTER	SCOM2007
제조사	HP	IBM	CA	Microsoft
주요용도	NW관리	서버관리	서버관리	서버관리
관리대상	자원	자원	자원	자원/서비스
서비스 상태관리	부분적	부분적	부분적	전체
운영자 권한관리	부분적	부분적	부분적	부분적
커스터 마이징	어려움	어려움	어려움	쉬움
사후지원	보통	보통	보통	빠름

이들 서버 성능 모니터링 솔루션들은 대부분 원격지 서버, 네트워크 장비, 애플리케이션 등의 성능을 모니터링 하는 용도로 개발되어 있으며, 그 주된 기능은 다음과 같다[2].

- 서버 장비, 네트워크 장비 및 데이터베이스 관리 시스템(DBMS)에 대한 성능을 감시한다.

- 성능 데이터를 저장 및 분석한다.
- 장애 감시 결과에 따른 조치를 한다.
- 관리자로 하여금 H/W 및 S/W 현황을 파악하여 앞으로 신규 도입 및 재배치의 객관적인 기초 자료를 제공한다.

전자메일 서버 시스템을 위한 전용의 성능 모니터링 솔루션은 아직 개발된 바가 없으며, 표 1에서 제시한 서버 성능 모니터링 솔루션들도 전자메일 서버에 특성화되어 있지 않기 때문에 그대로 전자메일 서버 시스템에 적용하기는 어렵다. 따라서 주로 전자메일 서버 시스템의 운영 체제에 포함된 관리 도구에만 전적으로 의존할 수 밖에 없어 전자메일 서버 시스템의 정확한 성능을 파악하기는 어렵다.

또한 기존의 서버 성능 모니터링 솔루션들은 대부분 단일 서버에 설치 운영되며, 서버의 성능 측정 데이터를 수집 가공하여 그 결과를 콘솔을 통해서만 관리자에게 제공하기 때문에 이를 활용하는 데 시간적 및 공간적인 제약이 따른다[4].

III. 전자메일 서버의 성능 모니터링 시스템 개요

전자메일 서버 관리자가 서버 자원들의 동작 상황을 다양한 분석 기준들을 가지고서 1일 24시간 쉬지않고 관리하기는 어렵다. 단지 몇 분이라 하더라도 사용자의 목표 응답시간 내에 전자메일 서버에 접속되지 않거나 사용할 수 없게 되면 해당 정보시스템을 이용하는 사용자에게 엄청난 불편을 주는 것은 물론이고 대외적인 이미지 손상 및 막대한 경제적 손실을 끼치는 경우를 볼 수 있다. 따라서 전자메일 서비스를 제공하도록 정의된 목표 응답시간 내에 정의된 부하량 이내 범위에서 모든 사용자의 요청을 성공적으로 처리할 수 있도록 유지 관리 및 개선하는 활동이 더욱 중요하게 되었으며, 이를 정보 시스템의 성능 관리라고 한다[5].

일반적으로 서버의 성능 관리는 시스템 운영의 대상이 되는 서버들에 대하여 미리 합의된 서비스 수준을 유지할 수 있는 성능을 보장하기 위하여 시스템 자원의 사용량 및 응답속도에 대한 임계치를 설정해 놓고, 자원의 사용과 관련된 정보들을 주기적으로 수집하여 서

비스 수준의 위반사항 및 병목 현상을 분석하고 이를 개선하는 절차를 지속적해서 수행하는 것을 말한다[5].

전자메일 서버의 성능 관리 대상은 전자 메일 운영 관리의 대상이 되는 모든 서버 자원을 포함한다. 전자메일 서버의 성능 모니터링을 위해서는 관련 서버와 서버의 구성 요소들에 대해 성능 측정이 가능한 환경을 구성한 다음 서버 운영 체제에서 기본으로 제공하는 명령어를 이용하거나 시스템 성능 측정 도구를 설치하여 자원의 사용 현황 및 응답 속도 그리고 병목 현상에 관한 데이터를 수집한다.

기본적으로 전자메일 시스템은 SMTP(Simple Mail Transfer Protocol) 프로토콜을 이용하여 TCP/IP 환경에서 이용되는 분산 클라이언트/서버 시스템을 말한다. 본 논문에서의 성능 분석 대상이 되는 전자메일 서버 시스템은 그림 1에서 보는 바와 같이 마이크로소프트사의 Exchange 2007 전자메일 서버 시스템[8-9]을 이용하는 국내 모 대기업의 본사 내부 메일 서버 및 해외 지사의 내부 메일 서버 그리고 스팸 서버로 구성된다.

그림 1. 성능분석 대상 전자메일 시스템 구조
Fig. 1 E-Mail System for Performance Analysis

전자메일 서버 시스템에 대해 수작업을 통해 성능 자료를 수집하고 분석한다는 것은 불가능하다. 따라서 본 논문에서는 이러한 자료를 자동으로 수집해 주는 도구로서 마이크로소프트사에서 개발한 SCOM(System Center Operations Manager) 2007을 사용하도록 한다[6-7].

SCOM 2007은 전자메일 서버 시스템에 특화된 솔루션은 아니지만 성능 수집 데이터에 대해 표와 막대그래

프 형태를 기본적으로 제공한다. 하지만 관리자가 원하는 형태의 성능 분석 파라미터와 데이터 분석 형태를 제공하지는 못한다. 따라서 SCOM 2007을 전자메일 서버의 성능 모니터링에 활용하려면 전자메일 서버에 특화된 성능 수집 항목 도출과 임계치의 설정, 전자메일 서버 관리 팩과 서버 모니터링 규칙의 추가가 필요하다.

본 논문에서는 SCOM 2007 서버 모니터링 도구가 수집한 성능 데이터들이 저장되는 MS-SQL 데이터베이스 관리시스템의 테이블 스키마를 분석하여 그림 2와 같이 다양한 유형의 보고서를 관리자가 언제 어디서든 활용할 수 있도록 웹(Web) 기반으로 개발하고자 한다.

그림 2. 웹 기반 성능 모니터링 리포트 체계
Fig. 2 Web-based Performance Monitoring Reports

IV. 전자메일 서버의 성능 모니터링 파라미터 분석

4.1. 연구대상 시스템 구성

전자메일 서버 시스템에서 전자 메일의 흐름과 데이터 처리 및 사용자 접속은 모두 Exchange 2007 서버에서 처리하며, 스팸 서버를 비롯한 나머지 서버들은 모두 Exchange 서버의 동작 여부에 따라 성능에 영향을 받는다. 그러므로 Exchange 2007 서버의 내부 동작 방식을 이해하여야 전체 전자메일 시스템의 데이터 흐름을 알 수 있다.

그림 3에서 살펴보는 바와 같이 Exchange 2007 클라이언트가 보내거나 받는 모든 메시지는 먼저 허브 전송 서버에서 분류되어야만 라우팅 및 전달된다. 메시지는 분류된 후에 AD(Active Directory) 서비스 사이트에 있

는 사서함으로 배달되거나 조직 내/외부의 수신자에게 라우팅 될 수 있도록 배달 큐에 추가된다[9].

그림 3. Exchange 2007 전자메일 서버 동작 방식
Fig. 3 Operation of Exchange 2007 E-Mail Server

4.2. 성능 모니터링 항목 선정

연구대상 전자메일 시스템은 서버 역할별로 구분되어 있으므로 성능 모니터링을 위해서는 표 2에서와 같이 각 서버 역할에 대한 성능 모니터링 항목을 설정하고 이에 대한 임계값을 정의한다.

표 2. 성능 모니터링 항목
Table. 2 Performance Monitoring Measurements

구분	모니터링 항목	임계값
Client Access 서버 (사용자 접속)	Current Requests (현재 접속 요청 수)	기준치: 5,000 이하 측정 임계치: 4,500 이하
	Average Response Time (요청에 대한 평균 응답시간)	기준치: 100ms 이하 측정 임계치: 250ms 이하
HUB 전송 서버 (메일 전송)	Active Remote Delivery Queue Length (외부 발송 배달 큐의 메시지 수)	기준치: 250 이하 측정 임계치: 1,000 이하
	Active Mailbox Delivery Queue Length (내부 사서함 배달 큐의 메시지 수)	기준치: 250 이하 측정 임계치: 1,000 이하
HUB 전송/ 사서함 서버 공통	Average Disk Read Time (평균 디스크 읽는 시간)	기준치: 평균 20ms 이하 측정 임계치: 60ms 이하
	Avg. Disk Write Time (평균 디스크 쓰는 시간)	기준치: 평균 20ms 이하 측정 임계치: 60ms 이하
사서함 서버 (전자메일 보관)	RPC Requests (원격 프로시저 호출 요청 수)	기준치: 70 이하 측정 임계치: 100 이하
	RPCs Failed: Server Too Busy (원격 프로시저 호출 실패 시간)	기준치: 0 측정 임계치: 5ms 이하
	RPC Latency Average (원격 프로시저 호출 지연 시간)	기준치: 100ms 이하 측정 임계치: 100ms 이하

본 논문에서의 임계값 설정은 Exchange 2007 메일 서버의 도입시 제공되는 제품 매뉴얼에 제시된 표준 임계값과 모니터링 시스템 도입 이전에 장애 발생시 수집한 성능 데이터를 기준으로 산정하였다. 성능 모니터링 과정에서 각 항목이 임계값을 초과하는 경우에는 부하 병목 현상, 요청 초과에 따른 메일 수신/발신 지연, 그리고 사용자의 메일 서버 접근 불가 현상 등이 발생하게 된다.

4.3. 전자메일 서버의 성능 수집

SCOM 2007 성능 모니터링 도구는 역할 기반의 관리를 통해 성능 모니터링 항목에 적합한 성능을 수집하며, 앞서 그림 3에서 살펴본 Exchange 2007 전자메일 서버의 보안 체계와 연동하여 수집 데이터를 MS-SQL 데이터베이스 테이블에 저장해 준다.

SCOM 2007은 각종 서비스 모니터링에 필수적인 요소들을 관리 팩(Management Packs)을 통해 수집한다. Windows 기반 서비스의 모니터링을 위한 관리 팩은 마이크로소프트사 웹사이트에서 내려받아 사용할 수 있으며, 본 논문에서는 그림 4에서와 같이 Exchange 관리 팩을 설치하여 성능 정보를 수집하도록 한다.

Name	Version	Description
Exchange Server 2007 (Discovery)	6.0.6702.0	Microsoft Exchange Server Core Library: The management pack contains common library...
Exchange Server 2007 (Monitoring)	6.0.6702.0	Microsoft Exchange Server 2007 Management Pack: This management pack contains the...
Exchange Server Core Library	6.0.6702.0	Microsoft Exchange Server Core Library: The management pack contains common library...
Microsoft Exchange Server 2007 CAS Monitoring	6.0.6702.0	The management pack monitors the health of Client Access Server Roles
Microsoft Exchange Server 2007 Discovery	6.0.6702.0	The Management Pack contains discoveries for all Exchange 2007 objects, except Unl...
Microsoft Exchange Server 2007 Edge Monitoring	6.0.6702.0	The management pack monitors the health of Edge Server Roles
Microsoft Exchange Server 2007 Hub Monitoring	6.0.6702.0	The management pack monitors the health of Hub Server Roles
Microsoft Exchange Server 2007 Library	6.0.6702.0	Base library management pack for Microsoft Exchange Server 2007
Microsoft Exchange Server 2007 Mailbox Monitoring	6.0.6702.0	This management pack monitors the health of Mailbox Server Roles
Microsoft Exchange Server 2007 Reports	6.0.6702.0	Basic report management pack for Microsoft Exchange Server 2007
Microsoft Exchange Server 2007 SLI	6.0.6702.0	Service Level Tracking Report management pack for Microsoft Exchange Server 2007
Microsoft Exchange Server 2007 Template	6.0.6702.0	Management pack which enables Exchange Template functionality
Microsoft Exchange Server 2007 UM Monitoring	6.0.6702.0	The management pack will monitor UM Server Roles
Microsoft Forefront Exchange SP4 (Converted)	1.0.0.1	

그림 4. 전자메일 서버 관리 팩 구성
Fig. 4 E-Mail Server Management Packs

하지만 Exchange 관리 팩을 설치하더라도 성능 모니터링에 필요로 하는 파라미터에 대한 정보를 전부 제공하는 것은 아니다. 본 논문에서는 그림 5에서 보는 바와 같이 SCOM 2007에서 제공하는 모니터링 규칙(Monitoring Rules)을 추가하고서 관련 임계치를 입력하여 모니터링 결과를 관리자가 전자메일과 메신저를 통해 받아볼 수 있도록 구성하였다.

Name	Inherited from	Management Pack
Type: Exchange 2007 Client Access Role (4)		
_STX-EP EX-CAS ASP.NET Applications(Requests In Application...	Exchange 2007 Client Acc...	_STX-EP Management Pack
_STX-EP EX-CAS MSExchange OWA(Current Unique Users)	Exchange 2007 Client Acc...	_STX-EP Management Pack
_STX-EP EX-CAS ASP.NET(Requests Current)	Exchange 2007 Client Acc...	_STX-EP Management Pack
_STX-EP EX-CAS MSExchange OWA(Average Response Time)	Exchange 2007 Client Acc...	_STX-EP Management Pack
Type: Exchange 2007 Common Components (6)		
_STX-EP EX-COMM MSExchange ADAccess Processes(LDAP Rea...	Exchange 2007 Common C...	_STX-EP Management Pack
_STX-EP EX-COMM Memory(Available Mbytes)	Exchange 2007 Common C...	_STX-EP Management Pack
_STX-EP EX-COMM Processor(% Processor Time)	Exchange 2007 Common C...	_STX-EP Management Pack
_STX-EP EX-COMM NET CLR Memory(% Time in GC)	Exchange 2007 Common C...	_STX-EP Management Pack
_STX-EP EX-COMM MSExchange ADAccess Domain Controller(...	Exchange 2007 Common C...	_STX-EP Management Pack
_STX-EP EX-COMM MSExchange ADAccess Processes(LDAP Sea...	Exchange 2007 Common C...	_STX-EP Management Pack
Type: Exchange 2007 Hub Transport Role (7)		
_STX-EP EX-HUB Active Remote Delivery Queue Length	Exchange 2007 Hub Trans...	_STX-EP Management Pack
_STX-EP EX-HUB Active Mailbox Delivery Queue Length	Exchange 2007 Hub Trans...	_STX-EP Management Pack
_STX-EP EX-HUB PhysicalDisk(Avg. Write)	Exchange 2007 Hub Trans...	_STX-EP Management Pack

Rule details	
Management Pack:	_STX-EP Management Pack
Target:	Exchange 2007 SCC Clustered Mailbox...
Knowledge:	View knowledge
Created:	2010-02-25 오전 11:23:08

그림 5. 전자메일 서버 모니터링 규칙
Fig. 5 E-Mail Server Monitoring Rules

4.4. MS-SQL 데이터베이스 테이블 스키마 분석

SCOM 2007 성능 모니터링 도구에다 성능 모니터링 항목과 임계치를 설정하여 전자메일 서버를 모니터링 하게 되면 그 결과는 표 3에서 보는 바와 같이 다양한 MS-SQL 데이터베이스 테이블에 저장된다.

표 3. MS-SQL 데이터베이스 테이블 스키마 분석
Table. 3 MS-SQL Database Table Schema Analysis

구분	테이블 및 뷰정보	설명
기본 성능 정보	Perf.vPerfDaily	일일 성능 정보
	vManagedEntity	서버 정보 및 서버 구성
	vPerformanceRuleInstance	성능 Instance
경고 내용	vPerformanceRule	성능 Object, Counter
	vManagedEntity	서버 정보 및 서버 구성
	Alert.vAlert	실시간 발생 이벤트
가동 시간	Alert.vAlertResolutionState	이벤트 발생 해결 유무
	vManagedEntity	서버 정보 및 서버 구성
	vManagedEntityType	서버 정보 상세 테이블
경고 내용 요약	Alert.vAlert	실시간 발생 이벤트
	Alert.vAlertResolutionState	이벤트 발생 해결 유무
	AlertView	서버별 발생 이벤트
패치 개수 검색	PUBLIC_VIEWS.vUpdateInstallationInfo	Windows 업데이트 항목
	PUBLIC_VIEWS.vUpdate	서버별 업데이트 적용 항목
분단위 성능 수치	Perf.vPerfRaw	분 단위 성능 정보
	vPerformanceRuleInstance	서버 정보 및 서버 구성
	vManagedEntity	성능 Instance
	vPerformanceRule	성능 Object, Counter
시간별 성능 수집	Perf.vPerfHourly	시간단위 성능 정보
	vManagedEntity	서버 정보 및 서버 구성
	vPerformanceRuleInstance	성능 Instance
서버 정보	vPerformanceRule	성능 Object, Counter
	AdtServer.dvAll	관리 대상 서버 정보

SCOM 2007과 연동되는 데이터베이스 테이블들에 대한 스키마를 분석하고서 여기에서 전자메일 서버 관리 팩과 모니터링 규칙을 추가로 적용함으로써 전자메일 서버 시스템에 적합한 성능 모니터링 정보를 산출할 수 있다.

V. 전자메일 서버의 웹 기반 성능 모니터링 시스템 구현

5.1. 성능 모니터링 시스템 구현 도구

전자메일 서버의 웹 기반 성능 모니터링 솔루션을 구현하기 위해 본 논문에서는 기존의 SCOM 2007 성능 모니터링 도구에서 성능 수집 파라미터와 임계치 설정, 그리고 마이크로소프트사에서 제공하는 Exchange 서버 관리 팩과 SCOM 2007에서 제공하는 모니터링 규칙을 추가로 적용하여 전자메일 서버에 특화된 성능 데이터 수집이 가능하도록 하였다.

전자메일 서버로부터 수집한 성능 데이터는 모두 SCOM 2007과 연동된 MS-SQL 데이터베이스 테이블에 저장되므로, 본 논문에서는 ASP.NET 프레임워크 상에서의 C# 프로그래밍을 통해 이들 테이블 정보들을 관리자에게 웹 기반의 다양한 보고서 형태로 제공하도록 구현하였다.

5.2. 성능 모니터링 시스템 구현 모듈

전자메일 서버의 웹 기반 성능 모니터링 시스템 구현을 위해 ASP.NET 프레임워크 환경에서 C# 프로그래밍으로 구현한 기능 모듈은 다음과 같다.

- 서버 성능, 장애 및 가용성 등 시스템 현황
- DB 사용률, 업데이트 설치 현황 및 보안 상태
- 서버 운영 보고서
- 서버 성능 분석 보고서
- 감사 보고서
- 기타 환경 설정, 라이브 모니터 및 토폴로지

5.3. 성능 모니터링 시스템 구현 결과

본 논문에서 구현한 전자메일 서버의 웹 기반 성능 모니터링 시스템의 메인 화면을 그림 6에 제시하였다. 기존의 성능 모니터링 도구들이 콘솔을 통해서만 제공

하던 방식과는 달리 웹 브라우저를 통해 성능 모니터링 결과를 제공하므로 관리자가 언제 어디서든 손쉽게 접근 가능하다.

서버명	IP	작업	OS	BIT	CPU	메모리	디스크
FORCOM01	10.10.3.43	관리서버	Microsoft® Win	64-bit	Intel(R) Xeon(R)	8192M	C: 495.D, 8895.E
MSDTCCHNAME	10.10.10.101		Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	12288M	
MSDTCCHNAME	10.10.10.101		Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	12288M	C: 295.D, 395.E
MSDTCCHNAME	10.10.10.101		Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	8192M	
POS-SEARCH	10.10.3.51	한국 검색서버	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 800.D, 1395.E
STXEPAC01	10.10.3.10	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC02	10.10.3.11	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC03	10.10.3.12	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC04	10.10.3.13	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC05	10.10.3.14	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC06	10.10.3.15	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC07	10.10.3.16	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC08	10.10.3.17	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC09	10.10.3.18	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC10	10.10.3.19	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC11	10.10.3.20	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC12	10.10.3.21	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC13	10.10.3.22	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC14	10.10.3.23	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC15	10.10.3.24	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC16	10.10.3.25	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC17	10.10.3.26	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC18	10.10.3.27	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC19	10.10.3.28	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC20	10.10.3.29	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC21	10.10.3.30	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC22	10.10.3.31	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC23	10.10.3.32	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC24	10.10.3.33	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC25	10.10.3.34	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC26	10.10.3.35	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC27	10.10.3.36	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC28	10.10.3.37	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC29	10.10.3.38	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC30	10.10.3.39	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC31	10.10.3.40	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC32	10.10.3.41	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC33	10.10.3.42	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC34	10.10.3.43	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC35	10.10.3.44	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC36	10.10.3.45	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC37	10.10.3.46	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC38	10.10.3.47	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC39	10.10.3.48	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC40	10.10.3.49	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC41	10.10.3.50	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC42	10.10.3.51	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC43	10.10.3.52	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC44	10.10.3.53	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC45	10.10.3.54	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC46	10.10.3.55	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC47	10.10.3.56	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC48	10.10.3.57	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC49	10.10.3.58	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC50	10.10.3.59	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC51	10.10.3.60	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC52	10.10.3.61	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC53	10.10.3.62	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC54	10.10.3.63	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC55	10.10.3.64	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC56	10.10.3.65	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC57	10.10.3.66	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC58	10.10.3.67	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC59	10.10.3.68	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC60	10.10.3.69	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC61	10.10.3.70	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC62	10.10.3.71	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC63	10.10.3.72	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC64	10.10.3.73	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC65	10.10.3.74	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC66	10.10.3.75	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC67	10.10.3.76	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC68	10.10.3.77	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC69	10.10.3.78	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC70	10.10.3.79	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC71	10.10.3.80	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC72	10.10.3.81	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC73	10.10.3.82	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC74	10.10.3.83	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC75	10.10.3.84	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC76	10.10.3.85	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC77	10.10.3.86	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC78	10.10.3.87	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC79	10.10.3.88	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC80	10.10.3.89	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC81	10.10.3.90	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC82	10.10.3.91	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC83	10.10.3.92	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC84	10.10.3.93	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC85	10.10.3.94	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC86	10.10.3.95	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC87	10.10.3.96	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC88	10.10.3.97	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC89	10.10.3.98	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC90	10.10.3.99	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC91	10.10.4.00	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC92	10.10.4.01	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC93	10.10.4.02	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC94	10.10.4.03	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC95	10.10.4.04	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC96	10.10.4.05	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC97	10.10.4.06	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC98	10.10.4.07	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC99	10.10.4.08	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E
STXEPAC100	10.10.4.09	한국 AD서버(한국)	Microsoft® Win		Intel(R) Xeon(TM)	2048M	C: 295.D, 395.E

그림 6. 웹 기반의 성능 모니터링 시스템
Fig. 6 Web-based Performance Monitoring System

구현한 시스템은 서버 성능, 장애 및 가용성 등에 대한 현황 보고서를 제공할 뿐만 아니라 서버 운영 보고서, 성능 분석 보고서 등 다양한 형태의 보고서를 관리자에게 제공한다. 그림 7에 이들 보고서 중의 하나인 웹 기반의 운영 보고서를 제시하였다.

서버명	CPU	MEMORY	DISK
Queue Length	%CPU Time	Available(MB)	Pages/sec
STXEPAC01	0.31	24.79	1807.79
STXEPAC02	0.6	15.29	5960.85
STXEPAC03	12.49	5952.22	1602.66
STXEPAC04	8.21	12.21	4726.56
STXEPAC05	0.96	12.08	971.51

서버명	Up Time(%)	Down Time(%)	Up Time(h:m:s)	Down Time(h:m:s)
-----	------------	--------------	----------------	------------------

그리고 전자메일 서버의 기본적인 성능(CPU, Memory, Disk, Network)과 DB 사용 현황은 그림 8과 같이 요약화된 그래프로 보여주는 기능도 제공한다.

그림 8. 전자메일 서버의 성능 및 DB 사용 현황
Fig. 8 Performance and DB Usage of E-mail Server

5.4. 성능 모니터링 시스템 적용 효과

본 논문에서 구현한 SCOM 2007 서버 모니터링 도구를 이용한 웹 기반의 전자메일 서버의 성능 모니터링 시스템을 실제 적용한 효과는 그림 9와 같다.

그림 9. 웹 기반 성능 모니터링 적용 효과
Fig. 9 Effect of Web-based Performance Monitoring

그림 9에서 보는 바와 같이 D월에 처음으로 구현한 모니터링 시스템을 적용하여 시행착오를 거치면서 전자메일 서버에 영향을 미치는 변수를 파악할 수 있었다. 전자메일 서버 시스템이 최적의 성능을 유지하도록 하기 위해 성능 수집 데이터로부터 사용자 프로파일, 아키텍처 및 하드웨어를 포함하여 시스템에 영향을 미치는 모든 변수를 파악했으며, 전자메일 서버의 성능에 대한 측정 임계값을 설정하고 최소의 비용 및 시간을 투자하

여 성능 개선 효과를 발생시킬 수 있도록 하였다.

(D+1)월과 (D+2)월에 이러한 성능 개선 효과를 성능 모니터링 시스템에 수정 반영하고서 지속적으로 운영한 결과 전자메일 서버에 문제가 발생할 수 있는 징후를 조기에 발견할 수 있어 장애 건수를 60% 이상 현저히 감소시켰으며, 장애 발생 시 복구에 소요된 시간 또한 획기적으로 단축할 수 있었다.

전자메일 서버의 성능 모니터링 시스템에서 임계값을 초과하거나 이벤트 메시지가 발생하거나 정의한 모니터링 규칙을 인지할 경우 관리자에게 SMS 문자메시지나 메신저를 통해 경고 메시지를 전달하도록 하였다. 그 결과 장애를 사전에 인지할 수 있었으며 서비스의 중요도에 따라 자동 리셋, 부하 분산 및 시스템 보호를 위한 연결 거부 기능을 추가하여 사전에 장애를 차단하고 장애 범위를 축소할 수 있는 효과를 거두었다.

VI. 결 론

전자메일 서버 운영자가 서버의 성능 관리를 하기 위해서는 여러 가지 성능 측정 도구들을 활용하여 서버의 성능 분석에 필요한 데이터를 수집하고 성능 분석 도구들을 이용해 체계적으로 분석하여 운영 관리에 활용하게 된다.

본 논문에서는 윈도우즈 서버 기반의 Exchange 2007 전자메일 서버를 대상으로 하여 웹 기반의 성능 모니터링 기능을 제공하는 시스템을 구현하였다. 이를 위해 기존의 SCOM 2007 성능 모니터링 도구를 활용하되, 전자메일 서버에 특화된 성능 수집 항목 도출과 임계치의 설정, Exchange 서버 관리 팩과 모니터링 규칙의 추가, 그리고 ASP.NET 프레임워크 기반의 C# 프로그래밍을 통해 성능수집 데이터들을 웹 기반으로 관리자에게 제공하는 시스템을 구현하였다.

구현한 시스템을 실제 적용한 결과 전자메일 서버에 장애가 발생할 수 있는 징후를 SMS 문자메시지를 통해 관리자에게 알림으로써 장애 건수 및 장애에 복구되는 시간을 시스템 적용 이전보다 평균 60% 이상 현저히 감소시킬 수 있었다.

본 논문에서 구현한 전자메일 서버에 대한 웹 기반의 성능 모니터링 시스템은 관리자가 언제든지 웹 접근이 가능한 곳이라면 대상 서버의 성능을 모니터링할 수 있

으며, 단일 서버뿐만 아니라 다수 서버들에 대해서도 모니터링이 가능하다는 장점이 있다.

감사의 글

이 논문은 2011~2013년도 창원대학교 연구비에 의하여 연구되었음

REFERENCES

- [1] J. S. Han, S. J. An, J. W. Jeong and H. W. Park, "Design and Implementation of Performance Management System for Web Application Service," *Journal of Korea Information Processing System*, vol. 5, no. 1, pp. 161-171, 1998.
- [2] I. S. Lee, *Performance Management for UNIX System*, MyBook, 2006.
- [3] S. C. Lee, "Performance Improvement of Real-time Monitoring Server by Reducing the Number of Performance Parameters and Revising of Collecting Procedures," M.S dissertation, Seogang University, 2008.
- [4] Y. N. Kim, "A Study on the Cost-effective Network Management System Configuration based on the SNMP Protocol," M.S dissertation, Kwangwoon University, 1997.
- [5] Office for Government Policy Coordination, "Guidelines for Information System's Performance Management of MIC (Ministry of Information and Communcation)," 2005.
- [6] David Chappell, Chappell & Associates "Introducing Microsoft System Center Operations Manager 2007", April, 2007
- [7] Microsoft "Microsoft System Center Operations Manager 2007 Overview", April, 2007
- [8] Microsoft, TechNet Library [Internet], Available: <http://technet.microsoft.com/ko-kr/library/>
- [9] Microsoft, Exchange Server Disk Performance [Internet], Available:<http://pinkwine-textcube.blogspot.com/2009/11/exchange-server-disk-performance.html>.

이승섭(Seung-Sup Lee)

2008 평생교육진흥원(구 한국교육개발원) 공학사
2011 창원대학교 정보통신공학과 공학석사
2006 ~ 2012 (주)포스텍 솔루션개발팀 과장
2012 ~ 현재 프리랜서 프로그래머
※관심분야: 응용 프로그램 보안, 데이터베이스 튜닝, 웹 어플리케이션 보안

황민태(Min-Tae Hwang)

1990 부산대학교 컴퓨터공학과 공학사
1992 부산대학교 컴퓨터공학과 공학석사
1996 부산대학교 컴퓨터공학과 공학박사
1996 ~ 1999 한국전자통신연구원 표준연구센터 선임연구원
1999 ~ 2000 인제대학교 정보컴퓨터공학부 전임강사
2000 ~ 현재 창원대학교 정보통신공학과 교수
※관심분야: 매체접속제어프로토콜, 비접촉 근거리 무선통신, 안드로이드 앱 개발